

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **101 192** (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(51) МПК
[G01N 11/00 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 18.08.2014)
Пошлина: учтена за 1 год с 16.08.2010 по 16.08.2011

(21)(22) Заявка: [2010134185/28](#), 16.08.2010(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.08.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.08.2010

(45) Опубликовано: [10.01.2011](#) Бюл. № 1

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности,
Т.В. Марк

(72) Автор(ы):

Вьюхин Владимир Викторович (RU),
Цепелев Владимир Степанович (RU),
Конашков Виктор Васильевич (RU),
Поводатор Аркадий Моисеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ РАСПЛАВОВ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к технической физике и металлургии, а именно - к устройствам, используемым в исследованиях, и применяется для измерения параметров расплавов; оно предназначено для бесконтактного измерения кинематической вязкости металлических расплавов, в частности, высокотемпературных, фотометрическим методом на основе измерения затухания крутильных колебаний тигля с расплавом. В устройство, содержащее электронагреватель в вакуумируемой водоохлаждаемой камере, в зоне которого размещена жесткая часть подвесной системы с тиглем, содержащим расплав определенной массы, зеркало, источник света, фотоприемное устройство, дозирующий узел, содержащий, по меньшей мере, одну порцию легирующих элементов, узел визуального контроля, узел крепления подвесной системы, шток, введены трубка, воронка с коромыслом, крышка, блок управления дозирующим узлом, исполнительное устройство, причем дозирующий узел выполнен в виде барабана, содержащего n сквозных отверстий с одной порцией легирующих элементов в каждом из отверстий, узел крепления подвесной системы выполнен в виде фланца, содержащего отверстие, трубка соединена с фланцем, коромысло воронки соединено с упругой частью подвесной системы, шток полый, соединенный одним концом с воронкой, а другим концом с крышкой тигля, блок управления дозирующим узлом соединен с исполнительным устройством в виде шагового двигателя, причем одно из n отверстий барабана, вход в отверстие фланца подвесной системы, трубка, воронка с коромыслом, шток, крышка, расположены соосно. Предложенная полезная модель обеспечивает ускорение определения кинематической вязкости расплавов, повышение объективности, достоверности и точности

результатов экспериментов, расширение сферы применения за счет исследования переходных процессов и установившихся режимов изменения свойств высокотемпературных расплавов в ходе пошагового усвоения легирующих добавок при непрерывном легировании. 1 п. ф-лы, 3 илл.

Предлагаемая полезная модель относится к технической физике и металлургии, а именно - к устройствам, используемым в исследованиях, и применяется для измерения физических параметров расплавов; она предназначена для бесконтактного измерения кинематической вязкости металлических расплавов, в частности, высокотемпературных, фотометрическим нестационарным методом на основе измерения затухания крутильных колебаний цилиндрического тигля с расплавом. Дополнительной сферой применения являются производственные процессы.

Измерение параметров металлических расплавов и шлаков, в частности, определение вязкости ν расплавов в объеме нескольких см³, в том числе - исследование переходных процессов изменения свойств высокотемпературных расплавов в ходе усвоения легирующей добавки при непрерывном пошаговом легировании, позволяет демонстрировать структурно - чувствительные характеристики жидкости, проводить прогностический анализ материалов и давать рекомендации для получения сплавов с заданными характеристиками на предприятиях; в частности, политермы вязкости ν (от температуры) позволяют выделять критические температурные точки и гистерезисные характеристики нагрева - охлаждения. Однако, для высокотемпературных исследований металлических расплавов лишь немногие устройства измерения вязкости ν используют на практике. В частности, используют устройства для нестационарного бесконтактного фотометрического определения кинематической вязкости ν путем регистрации амплитудно - временных параметров траектории светового луча, отраженного от зеркала, закрепленного на закручиваемой упругой нити, на которой в зоне нагрева в вакууме подвешен тигель с расплавом. В конечном итоге, измеряют амплитудно - временные параметры крутильных колебаний (с вычислением на их основе затухания δ) тигля с расплавом, которые совершает тигель после выключения принудительного закручивания упругой нити на определенный угол. Закручивание тигля с расплавом, подвешенного на упругой нити, затем отключение разгона, затем свободное затухание колебаний тигля, измерение отклонений отраженного светового луча, является типовым алгоритмом измерений вязкости расплавов. При этом используют вычисленное значение логарифмического декремента затухания $\delta = \ln(A_i/A_{i+1})$, периодов T_i , временных значений t_i , числа n_i крутильных колебаний тигля с расплавом., для чего измеряют визуальную начальную амплитуду затухающего колебания A_0 , произвольную амплитуду, условно принимаемую за конечную - A_n , и число колебаний m между ними (см. С.И.Филиппов и др. «Физико-химические методы исследования металлургических процессов», М., Металлургия, 1968, с.246-253). Основой вычисления кинематической вязкости ν является ее связь с логарифмическим декрементом затухания δ :

$$\nu \sim \delta^2 \quad [1]$$

(см. формулу XVI-37, вышеуказанное С.И.Филиппов..., с.248).

Стадии эксперимента таковы: устройство вакуумируют, нагревают образец в тигле в течение нескольких десятков минут, проводят собственно эксперимент в течение десятков - сотен минут, охлаждают устройство в течение нескольких часов, разгерметизируют его, готовят заново, загружают тигель с исследуемым материалом, начинают новый эксперимент. Известно, что единичный эксперимент имеет погрешность 1,5%, а ошибка по группе экспериментов 4% (см. Бельтюков А.Л. и др. «Об особенностях измерения вязкости металлических расплавов методом крутильных колебаний» - журн. «Расплавы» 2009, 6, с.20), и даже достигает 5...8% (см. вышеуказанное С.И.Филиппов..., с.250). Отсюда, целесообразно проведение единичного непрерывного эксперимента с изменением параметров расплава путем его пошагового легирования в процессе опыта.

Известно устройство с применением визуального контроля и дозирующих устройств, содержащих несколько ячеек для легирующих добавок, в частности, барабанного типа, позволяющий легировать расплав в процессе опыта, в частности, при изучении поверхностных свойств и плотности расплавов методом большой капли (см. В.И.Ниженко, Ю.И.Смирнов «Установка для определения поверхностных свойств и плотности расплавов с полуавтоматической подачей образцов в зону нагрева» - В кн. «Методы исследования и свойства границ раздела контактирующих фаз», Киев, Наукова думка, 1977, с.33...40 - аналог). При этом легирующие добавки

последовательно, без перерыва на перезагрузку, вводят в расплав, например, барабанным дозатором сквозь отверстие в дозаторе, через которое экспериментатор одновременно осуществляет необходимый визуальный контроль перемещения легирующей добавки по отношению к капле расплава. Недостатком установки является визуальный контроль экспериментатором перемещения легирующей добавки, что затрудняет автоматизацию экспериментов, многократно замедляет эксперимент даже при его проведении высококвалифицированным исследователем, а также увеличивает разброс условий эксперимента, что в конечном итоге снижает достоверность и точность измерений.

Прототип предлагаемой полезной модели - установка для одновременного измерения вязкости и электропроводности высокотемпературных - до 1800...2000°C, металлических расплавов (см. вышеуказанное С.И.Филиппов..., с.250...253, рис.105). Установка содержит вискозиметрический модуль в вакуумируемой и водоохлаждаемой камере, вдоль оси которой, в зоне нагрева электронагревателя, размещена жесткая часть (шток) подвесной системы с тиглем, содержащим расплав, упругая часть этой подвесной системы находится вне зоны нагрева, зеркало, источник света, фотоприемное устройство, компьютер, дозирующее устройство, узел крепления подвесной системы. Дозирующий узел для подачи в расплав легирующих добавок выполнен в виде шприца, вручную управляемого исследователем при одновременном визуальном контроле за процедурой подачи в расплав легирующих добавок. Такой дозирующий узел не обеспечивает исследование переходных процессов изменения свойств расплавов в ходе усвоения легирующей добавки при непрерывном пошаговом легировании в процессе исследования вязкости расплава. Необходимость визуального контроля перемещения легирующей добавки не только значительно замедляет, но иногда срывает эксперимент, даже при его проведении высококвалифицированным исследователем. К тому же, визуальный контроль субъективен, что увеличивает разброс условий, хода и результатов эксперимента, а в конечном итоге не обеспечивает достоверность и точность измерений.

Задачей предлагаемой полезной модели является ускорение определения кинематической вязкости металлических расплавов, повышение объективности, достоверности и точности результатов экспериментов, обеспечение исследования переходных и установившихся процессов изменения свойств высокотемпературных расплавов в ходе пошагового усвоения легирующих добавок при непрерывном легировании, а также упрощение экспериментов.

Для решения поставленной задачи предлагается полезная модель устройства для измерения кинематической вязкости расплавов.

В устройство для измерения кинематической вязкости расплавов, содержащее электронагреватель в вакуумируемой водоохлаждаемой камере, в зоне которого размещена жесткая часть подвесной системы с тиглем, содержащим расплав определенной массы, зеркало, источник света, фотоприемное устройство, дозирующий узел, содержащий, по меньшей мере, одну порцию легирующих элементов, узел визуального контроля, узел крепления подвесной системы, шток, введены трубка, воронка с коромыслом, крышка, блок управления дозирующим узлом, исполнительное устройство, причем дозирующий узел выполнен в виде барабана, содержащего n сквозных отверстий с одной порцией легирующих элементов в каждом из отверстий, узел крепления подвесной системы выполнен в виде фланца, содержащего, по меньшей мере, одно сквозное некоаксиальное отверстие, трубка соединена с фланцем подвесной системы, коромысло воронки соединено с упругой частью подвесной системы, причем входной диаметр воронки больше диаметра трубки, шток полый, соединенный одним концом с воронкой, а другим концом с крышкой тигля, блок управления дозирующим узлом соединен с исполнительным устройством, выполненным, например, в виде шагового двигателя, причем одно из n отверстий барабана, вход в отверстие фланца подвесной системы, трубка, воронка с коромыслом, шток, крышка, расположены соосно.

Отличительные признаки предложенного технического решения - полезной модели обеспечивают автоматизацию и ускорение процедуры определения кинематической вязкости металлических расплавов, повышение объективности, достоверности и точности результатов экспериментов, расширение сферы применения за счет исследования переходных процессов и установившихся режимов изменения свойств высокотемпературных расплавов в ходе пошагового усвоения легирующих добавок при непрерывном легировании. Это приближает лабораторный эксперимент к производственным условиям, где часто осуществляется процедура непрерывного легирования расплава. Обеспечивается упрощение эксперимента, что позволяет уменьшить требования к квалификации персонала.

Предлагаемая полезная модель поясняется чертежами:

фиг.1. Блок - схема устройства;

фиг.2. Схема основных узлов устройства;

фиг.3. Схема дозирующего узла барабанного типа.

Полезная модель устройства для изучения кинематической вязкости расплавов содержит: тигель 1, помещенный в центр высокотемпературной зоны печи 2 с молибденовым цилиндрическим электронагревателем 3 и подвешенный на упругой нити 4, верхний фланец подвесной системы 5, зеркало 6, источник света 7, фотоприемное устройство 8, компьютер 9, буферный блок управления 10, исполнительное устройство 11, дозирующий узел 12, трубку 13, воронку 14 с коромыслом 15, шток 16, крышку 17, порцию легирующей добавки 18, собственно расплав фиксированной массы 19, барабан дозирующего узла 20, отверстие 21.

Устройство выполнено на следующих элементах: тигель 1 изготовлен из высокотемпературной керамики, молибденовый цилиндрический электронагреватель 3 выполнен из листа толщиной в десятые доли мм, упругая проволоочная нить 4 - нихромовая, длиной около 650 мм и диаметром несколько десятых долей мм, узел крепления подвесной системы 5 выполнен в виде латунного фланца, содержащего, по меньшей мере, одно сквозное некоаксиальное отверстие, источник света 7 - сверхъяркий светодиод L7113SEC-H фирмы Kingbright - см. каталог Kingbright, 2005-2006; фотоприемное устройство 8 содержит: интегральные фотосенсоры TSL250 фирмы TAOS - см. каталог ELFA - 55, 2007, р.812, которые зафиксированы на межцентровом расстоянии (измерительной базе) $L=6$ мм, симметрично относительно центра шкалы, и оптореле КР293КП2А - см. каталог фирмы «Платан», 2004, стр.202; компьютер 9 - с тактовой частотой выше 100 МГц; буферный блок управления 10 - коммутатор на основе транзисторных ключей или реле - см. Г.Штелинг, А.Байссе «Электрические микромашины», М., Энергоатомиздат, 1991, с.190, рис.7.1, с.202, 203, рис.7.13...7.15; исполнительное устройство 11 - шаговый двигатель - регулятор холостого хода автомобиля ВАЗ 2112-1148300-01(03), дозирующий узел 12 выполнен в виде металлического корпуса с вакуумным уплотнением, трубка 13 выполнена тонкостенной, из 0,2 мм нержавеющей стали, как и воронка 14, проволоочное коромысло 15 выполнено из 1 - мм проволоки из нержавеющей стали, полый шток 16 выполнен из высокотемпературной бериллиевой керамики, крышка 17 выполнена из молибдена и соединена с тиглем 1, внутри которого находятся порция легирующей добавки 18 и собственно расплав 19 определенной массы. Дозирующий узел 12 выполнен в виде барабана 20, ось которого механически соединена зубчатой (червячной) передачей с исполнительным устройством 11, а по окружности симметрично просверлены n дозирующих отверстий 21, в каждом из которых находится порция легирующей добавки 18. Верхний фланец подвесной системы 5 и барабанный дозирующий узел 12 расположены таким образом, чтобы одно из n дозирующих отверстий 21 соосно совмещалось со сквозным отверстием верхнего фланца подвесной системы 5. Внутренний диаметр трубки 13 и штока 16 в 1.5...2 раза больше максимального поперечного размера легирующей добавки 18, а внутренний диаметр верхней - входной части воронки 14 больше наружного диаметра трубки 13.

Полезная модель устройства для измерения кинематической вязкости расплавов работает следующим образом.

Тигель 1 с образцом массой 30...50 грамм помещают в центр высокотемпературной зоны печи 2, нагревают электронагревателем 3 до требуемой температуры, после чего кратковременным включением блока поворота подвесной системы (на схеме не показано) создают свободно затухающие крутильные колебания тигля 1. Траекторию этих колебаний отслеживают с помощью зеркала 6, расположенного на полой штоке 16 с внутренним диаметром 8...10 мм, при этом световой луч от источника света 7, отражаясь от зеркала 6, воспроизводит траекторию (на схеме не показано) затухающих крутильных колебаний с периодом T . В какой - то момент времени отраженный световой луч попадает на один из фотосенсоров фотоприемного устройства 8, на его выходе появляется сигнал U_1 , который вводится в компьютер 9. U_1 является стартовым для компьютерной программы вычисления траектории светового луча (ее амплитудно-временных параметров) и дальнейшего вычисления логарифмического декремента затухания δ по известным формулам. Через некоторое время отраженный от зеркала 6 световой луч, повернувшийся на угол: $\varphi=(\varphi_++\varphi_-)$ засвечивает другой фотосенсор фотоприемного устройства 8, сигнал которого U_1 попадает в компьютер 9 и является стоповым для вычисления траектории светового луча. Устройство обеспечивает измерение временных интервалов колебательной траектории, минимальная типовая величина которых - десятки миллисекунд. Тактовая частота компьютера превышает эти параметры на 5...7 порядков, что обеспечивает

заполнение тактовыми импульсами, количество которых подсчитывается компьютером 9, временных интервалов для выполнения расчетов с необходимой точностью.

Траектория отраженного от зеркала 6 светового луча, соответствующая вращательным колебаниям тигля 1 с расплавом, представляет собой затухающие колебания с периодом, например, $T=4$ сек.. При оптимальном расположении фотосенсоров фотоприемного устройства 8 - симметрично относительно нулевой точки его шкалы - реальной или виртуальной, вычисленной компьютером 9, вычисление δ по вышеуказанной формуле [1] будет достоверным и точным, вследствие симметрии траектории отраженного от зеркала светового луча. В этом случае угловые параметры φ_+ и φ_- , или эквивалентные этим углам амплитуды A_+ и A_- равны и равноудалены от нулевой линии и считаются оптимальными. Соответственно, временные параметры также равны, что обеспечивает совпадение количества тактовых импульсов компьютера 9, заполняющих соответствующие временные интервалы.

После окончания измерения параметров δ собственно расплава 19 компьютер 9 выдает сигнал U_2 включения буферного блока управления 10, на выходе которого появляется соответствующий импульсный сигнал U_3 , который приводит в действие управляющее устройство 11 (шаговый двигатель), а он посредством зубчатой (червячной) передачи поворачивает барабан 20 дозирующего узла 12 до первого совпадения одного из n дозирующих отверстий 19, в котором находится порция легирующей добавки 18, со входным отверстием верхнего фланца подвесной системы 5. В момент совпадения отверстий порция легирующей добавки 18 падает через трубку 13, шток 16, воронку 14 в тигель 1 и попадает в собственно расплав 19. Компьютер 9 выключает (обнуляет) сигналы U_2 и U_3 , после чего снова кратковременным включением блока поворота подвесной системы (на схеме не показано) создают свободно затухающие крутильные колебания тигля 1 и заново выполняют все вышеуказанные операции по измерению и вычислению параметров нового расплава 19. Эту операцию повторяют посредством вышеописанного устройства n раз, т.е. столько, сколько порций легирующей добавки 18 имеется в дозирующих отверстиях 21 барабана 20 дозирующего узла 12. Эксперимент идет в непрерывном режиме, с измерением δ при каждом переходном процессе, а затем и в каждом установившемся режиме параметров расплава 19 в ходе усвоения конкретной легирующей добавки 18 при непрерывном пошаговом (причем с любым, в том числе - малым шагом) изменении концентрации в расплаве 19 конкретной легирующей добавки 18 в процессе легирования. Это приближает эксперимент к производственным условиям, где часто осуществляют непрерывное легирование расплава.

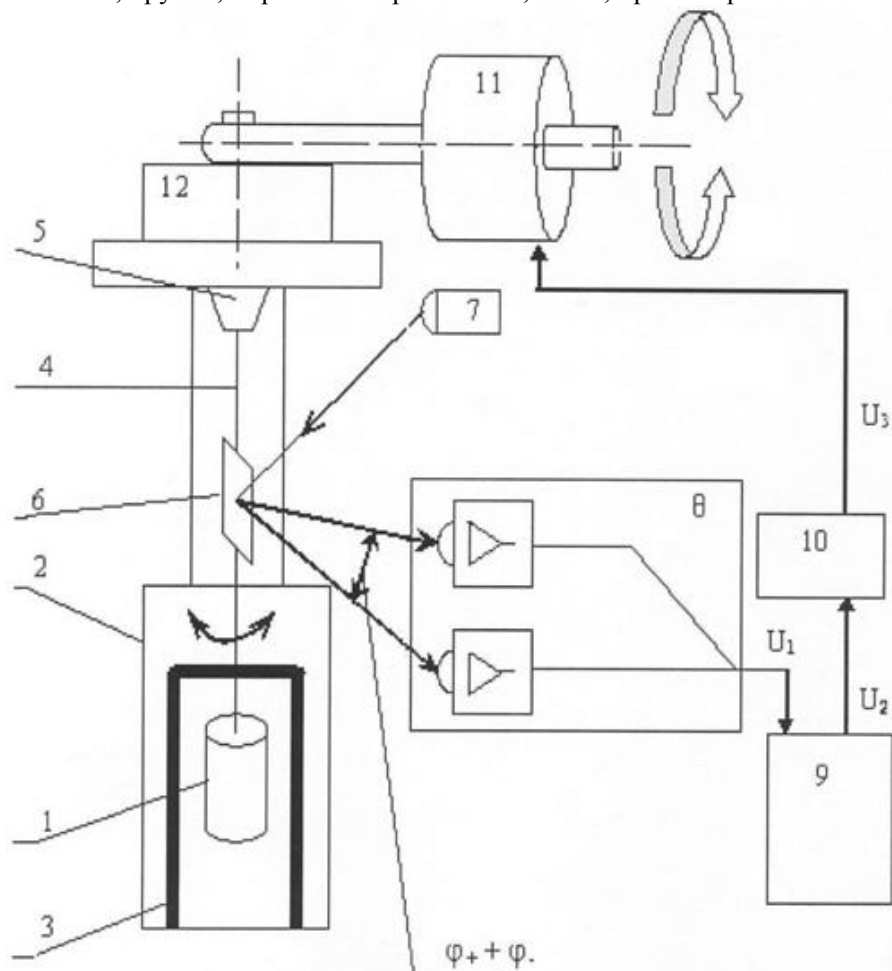
Применение предлагаемой полезной модели подтверждено при исследовании в режиме непрерывного легирования расплавов на основе железа (при температуре 1600°C) с малым шагом (0,05%) изменения концентрации второго компонента и низкой случайной погрешностью измерений - меньше $\pm 2\%$ (см. Игошин Н.Н. и др. «Влияние 3d переходных металлов на кинематическую вязкость жидкого железа», В кн. «Экспериментальные исследования жидких и аморфных металлов, ч.2», изд. АН СССР, Свердловск, 1986, с.303-304).

Техническим результатом предлагаемого решения является упрощение и ускорение экспериментов, повышение достоверности и точности определения затухания крутильных колебаний тигля с расплавом при измерении кинематической вязкости металлических расплавов посредством предлагаемой полезной модели. При этом обеспечивают расширение сферы применения за счет возможности исследования переходных и установившихся процессов изменения свойств высокотемпературных расплавов в ходе пошагового усвоения легирующих добавок при непрерывном легировании, что приближает эксперимент к производственным условиям, где осуществляют процедуру непрерывного легирования расплава. Кроме того, обеспечивается снижение напряженности труда исследователя, что позволяет уменьшить квалификационные требования к персоналу.

Формула полезной модели

Устройство для измерения кинематической вязкости расплавов, содержащее электронагреватель в вакуумируемой водоохлаждаемой камере, в зоне которого размещена жесткая часть подвесной системы с тиглем, содержащим расплав определенной массы, зеркало, источник света, фотоприемное устройство, дозирующий узел, содержащий, по меньшей мере, одну порцию легирующих

элементов, узел визуального контроля, узел крепления подвесной системы, шток, отличающиеся тем, что в устройство введены трубка, воронка с коромыслом, крышка, блок управления дозирующим узлом, исполнительное устройство, причем дозирующий узел выполнен в виде барабана, содержащего n сквозных отверстий с одной порцией легирующих элементов в каждом из отверстий, узел крепления подвесной системы выполнен в виде фланца, содержащего, по меньшей мере, одно сквозное некоаксиальное отверстие, трубка соединена с фланцем подвесной системы, коромысло воронки соединено с упругой частью подвесной системы, причем входной диаметр воронки больше диаметра трубки, шток полый, соединенный одним концом с воронкой, а другим концом с крышкой тигля, блок управления дозирующим узлом соединен с исполнительным устройством, выполненным, например, в виде шагового двигателя, причем одно из n отверстий барабана, вход в отверстие фланца подвесной системы, трубка, воронка с коромыслом, шток, крышка расположены соосно.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:

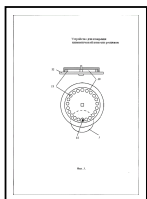
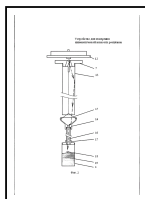
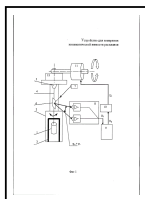


Описание:





Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **17.08.2011**

Дата публикации: [10.06.2012](#)